Environmental Protection Series

Reference Method for Source Testing: Measurement of Releases of Carbon Monoxide from Stationary Sources

Reference Method EPS 1/RM/4
July 1990

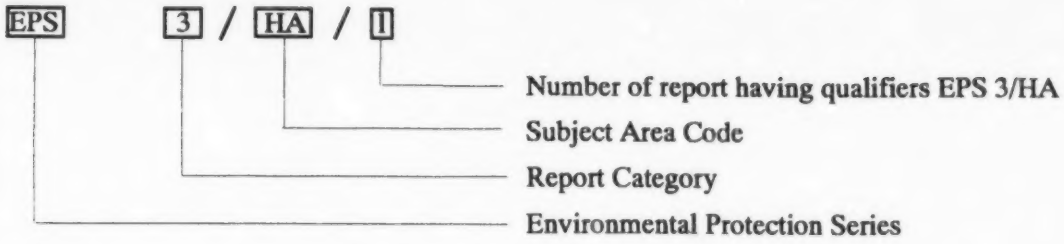
PRINTED IN CANADA

Canada

Environment Canada | Environnement Canada

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERIES

Sample Number:



Categories

1 Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2 Problem Assessments, and Control Options
3 Research and Technology Development
4 Literature Reviews
5 Surveys
6 Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7 Surveillance
8 Policy Proposals & Statements
9 Manuals

Subject Areas

AG Agriculture
AN Anaerobic Technology
AP Airborne Pollutants
AT Aquatic Toxicity
CC Commercial Chemicals
CE Consumers and the Environment
CI Chemical Industries
FA Federal Activities
FP Food Processing
HA Hazardous Wastes
IC Inorganic Chemicals
MA Marine Pollution
MM Mining and Ore Processing
NR Northern and Rural Regions
PF Paper and Fibres
PG Power Generation
PN Petroleum and Natural Gas
RA Refrigeration and Air Conditioning
RM Reference Methods
SF Surface Finishing
SP Oil and Chemical Spills
SRM Standard Reference Methods
TS Transportation Systems
TX Textiles
UP Urban Pollution
WP Wood Protection/Preservation

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0H3

Think Recycling!

Pensez à recycler !

This publication is printed on paper containing recovered waste.

Reference Method for Source Testing: Measurement of Releases of Carbon Monoxide from Stationary Sources

by the

Pollution Measurement Division
Technology Development Branch
Conservation and Protection
Environment Canada

Reference Method EPS 1/RM/4
July 1990

90-06381/1

Canadian Cataloguing in Publication Data

Main entry under title:

Reference method for source testing : measurement of releases of carbon monoxide from stationary sources

(Reference method ; EPS 1/RM/4)
Rev. version of Report EPS 1-AP-73-1.
Text in English and French with French text on inverted pages.
Title on added t.p.: Méthode de référence en vue d'essais aux sources : mesure des rejets de monoxyde de carbone de sources fixes.
ISBN 0-662-57693-4
DSS cat. no. En49-24/1-4

1. Carbone monoxide -- Measurement. 2. Pollution -- Measurement. I. Canada. Environment Canada. II. River Road Environmental Centre. Pollution Division. III. Title: Measurement of releases of carbon monoxide from stationary sources. IV. Series: Report (Canada. Environment Canada) ; EPS 1/RM/4.

TD885.5.C33R73 1990 363.72'8 C90-098680-8E

©Minister of Supply and Services Canada 1990
Catalogue No. En 49-24/1-4
ISBN 0-662-57693-4
BEAUREGARD PRINTERS LIMITED

Readers' Comments

Inquiries pertaining to the use of this reference method should be directed to:

Pollution Measurement Division
Technology Development Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
River Road Environmental Technology Centre
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Additional copies of this document can be obtained from:

Environmental Protection Publications
Technology Development Branch
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Foreword

The Environment Canada Reference Method (RM) described in this document is used to measure the releases of carbon monoxide from stationary sources. This method is used in conjunction with those described in Environment Canada Reference Method EPS 1/RM/8, "Standard Reference Method for Source Testing: Measurement of Emissions of Particulate from Stationary Sources". The complexity of the procedures in this method warrants that personnel performing them to be trained and experienced.

Application of this RM for compliance testing requires strict adherence to the method in all respects. Deviation from the method may invalidate the test results. Any changes in equipment, reagents, materials, procedures, or calculations from those specified in the RM must be approved in writing by Environment Canada prior to testing. If deviations are made without prior approval, the validities of the tests shall be determined by Environment Canada on a case-by-case basis.

Note: Mention of trade names or commercial products does not constitute endorsement for use by Environment Canada.

This Reference Method EPS 1/RM/4 is a revised version of "Reference Method for Source Testing: Measurement of Releases of Carbon Monoxide from Stationary Sources", Report EPS 1-AP-73-1.

Table of Contents

Foreword iv

List of Figures vi

List of Tables vi

Section 1
Applicability 1

Section 2
Principle 2

Section 3
Performance Specifications 3

Section 4
Interferences 4

Section 5
Apparatus 5

Section 6
Reagents 6

Section 7
Procedures 7
7.1 Sample Collection 7
7.2 Sample Analysis 7

Section 8
Calculations 12
8.1 Equations 12
8.2 Nomenclature 12

List of Figures

1 Integrated Bag Sampling System 8

2 Carbon Monoxide Field Data Sheet 9

3 Analytical System 10

List of Tables

1 Minimum Performance Specifications for Non-dispersive Infrared Carbon Monoxide Analyzers 3

Section 1

Applicability

This Environment Canada reference method (RM) is used to determine the concentration of carbon monoxide (CO) in enclosed gas streams of stationary sources. The procedures contained in the Environment Canada Reference Method EPS 1/RM/8 "Reference Method for Source Testing: Measurement of Releases of Particulate from Stationary Sources" are to be used in conjunction with the carbon monoxide method.

Section 2

Principle

A stack gas sample is withdrawn proportionally from a single point within the enclosed stack or duct. After water vapour and particulate matter are removed, the gas is collected in a bag as a time-integrated sample for analysis by a non-dispersive infrared analyzer.

Section 3

Performance Specifications

Table 1 provides minimum performance specifications for carbon monoxide analyzers.

Table 1 Minimum Performance Specifications for Non-dispersive Infrared Carbon Monoxide Analyzers

Range	0-1 000 ppm
Sensitivity	<20 ppm
Rise/Fall Time (90%)	<30 seconds
Zero Drift	<10 % F.S. in 8 hours
Span Drift	<10 % F.S. in 8 hours
Noise	<1 % F.S.
Precision	<2 % F.S.
Deviation from Linearity	<2 % F.S.
Interference Rejection Ratio*	CO_2 > 10 000:1
	H_2O> 10 000:1

* For analyzers with a carbon dioxide interference ratio less than 10 000:1, a removal tube containing Ascarite, as described in Section 5, must be used.

F.S.= Full-scale

Section 4

Interferences

Particulate matter, water vapour, carbon dioxide (CO_2) and hydrocarbons can interfere with the measurement of carbon monoxide. Particulate matter, which scatters the infrared beam in the sample cell and contaminates the sample liner and instrument optics, is removed by appropriate filters. Interference from water vapour is reduced to an acceptable level by drying the sample with a condenser and silica gel. Carbon dioxide interference is reduced by an analyzer with a high carbon dioxide rejection ratio. The effects of hydrocarbons can be minimized by a combination of optical and gas filters normally supplied by the instrument manufacturer.

Section 5

Apparatus

The following items are required:

Probe: A sample probe constructed from 6 to 10 mm diameter (1/4 to 3/8 inch) stainless steel tubing with a sintered stainless steel filter or a plug of glass wool to prevent particulate matter from entering the probe.

Pitot Tube and Manometer: A calibrated S-type pitot tube, or equivalent, to monitor stack gas velocity pressure during proportional sampling. An inclined gauge manometer, or equivalent, readable to within 0.13 mm (0.005 inch) of water is connected to the pitot tube.

Condenser: An air- or water-cooled condenser, or equivalent, to remove moisture from the gas sample.

Valve: A valve to adjust the sample flow rate.

Flow Meter: A rotameter or equivalent, capable of measuring flows up to 2 L/min to within 2%.

Pump: A leak-free diaphragm pump able to deliver a minimum flow of 1 L/min.

Sampling Bag: A Tedlar or Teflon bag, 60-90 L capacity, to hold an integrated gas sample.

Temperature Gauge: A temperature measuring system, to monitor the stack gas temperature to within 1.5% of the stack temperature (K). The temperature sensor is attached to the pitot tube so that the temperature of the stack gas may be determined during proportional sampling.

Carbon Dioxide Removal Tube: A leak-free container, equipped with suitable fittings and able to hold at least 500 g of Ascarite, to remove carbon dioxide from the gas sample. This tube must be used where the carbon dioxide rejection ratio for the analyzer is less than 10 000:1.

Filter: A filter, capable of trapping particles larger than 3 μm (micrometres) in diameter while allowing a minimum sample flow of 1 L/min, to protect the analyzer.

Recorder: A chart recorder, compatible with the electrical output of the carbon monoxide analyzer, to provide a permanent record of the gas concentrations measured.

Manometer: A manometer, or equivalent device, capable of measuring a pressure of 20 cm of water, to "leak-check" the sample bag.

Section 6

Reagents

The following items are required:

Ascarite: Type 8-30 mesh to remove carbon dioxide from the sample gas, to be used with any carbon monoxide analyzer having a carbon dioxide rejection ratio less than 10 000:1.

Calibration Gases: Carbon monoxide in nitrogen contained in a pressurized cylinder at a concentration of about 90% of full-scale to span the analyzer. Additional gases at 25% and 50% of full-scale are used to verify the linearity of the analyzer. These gases must be certified with a guaranteed carbon monoxide analysis by the supplier.

Zero Gas: Nitrogen containing less than 0.1 mg/m^3 carbon monoxide, in a pressurized cylinder to zero the analyzer.

Silica Gel: Indicating type 6-16 mesh, dried at 175°C for two hours, to remove water vapour from the gas sample.

Section 7

Procedures

7.1 *Sample Collection*

Assemble the Integrated Bag Sampling System, as shown in Figure 1 but do not connect the bag. Ensure that all connections are tight and leak-free. Position the probe within the gas stream, turn on the pump and adjust the flow control valve to provide a sample flow of approximately 1 L/min. Purge the train for five minutes, then turn off the pump.

"Leak-check" the bag prior to use, by connecting it to a water manometer and pressurizing the bag to 10 cm H_2O. Allow the system to stand for 10 minutes. Replace or repair the bag if there is any decrease in pressure, as indicated by the manometer, during this time period. Following the "leak-check", evacuate the bag and connect it to the sampling system as shown in Figure 1.

Determine the stack gas velocity at the sampling point using the procedures given in Method B (Determination of Stack Gas Velocity and Volumetric Flow) of Environment Canada Reference Method EPS 1/RM/8, "Reference Method for Source Testing: Measurement of Emissions of Particulate from Stationary Sources". Commence sampling at an initial rate of approximately 1 L/min. Determine the actual sampling rate, "Q", and the stack gas velocity, "Us", and calculate the value of the constant "K" in Equation 1.

Equation 1

$$Q = K (Us)$$

At five minute intervals throughout the test, determine the stack gas velocity. Substitute this velocity into Equation 1 and with the previously determined constant, "K", solve for the proportional sample flow rate. Adjust the sampling rate to this value. Record the parameters indicated on the carbon monoxide Field Data sheet (Figure 2) every five minutes.

Continue sampling for at least 30 minutes, or until the sampling bag is full. For most sources, 60 to 90 minutes is recommended. At the conclusion of sampling, seal the bag and analyze for the carbon monoxide content within two hours.

7.2 *Sample Analysis*

Assemble the Analytical System as shown in Figure 3. Follow the manufacturer's instructions with respect to the operation of the analyzer, taking care to allow sufficient warm-up time.

Calibration System: Purge an empty sample bag by partially filling it with zero air from a cylinder, and evacuating it. Partially fill the bag again and connect it to the analytical system as shown in Figure 3. Turn on the pump and adjust the sampling flow rate to "one" which is within the analyzer manufacturer's recommended range, typically 1 L/min. When the output signal has stabilized, adjust the zero control on the analyzer to indicate a convenient position on the chart recorder, normally 0% F.S.

Purge another sample bag by partially filling it with 90% span gas from a cylinder and then evacuating it. Partially fill the bag again with the span gas and connect it to the system as shown in Figure 3. Adjust the sampling flow rate to that used to zero the instrument. When

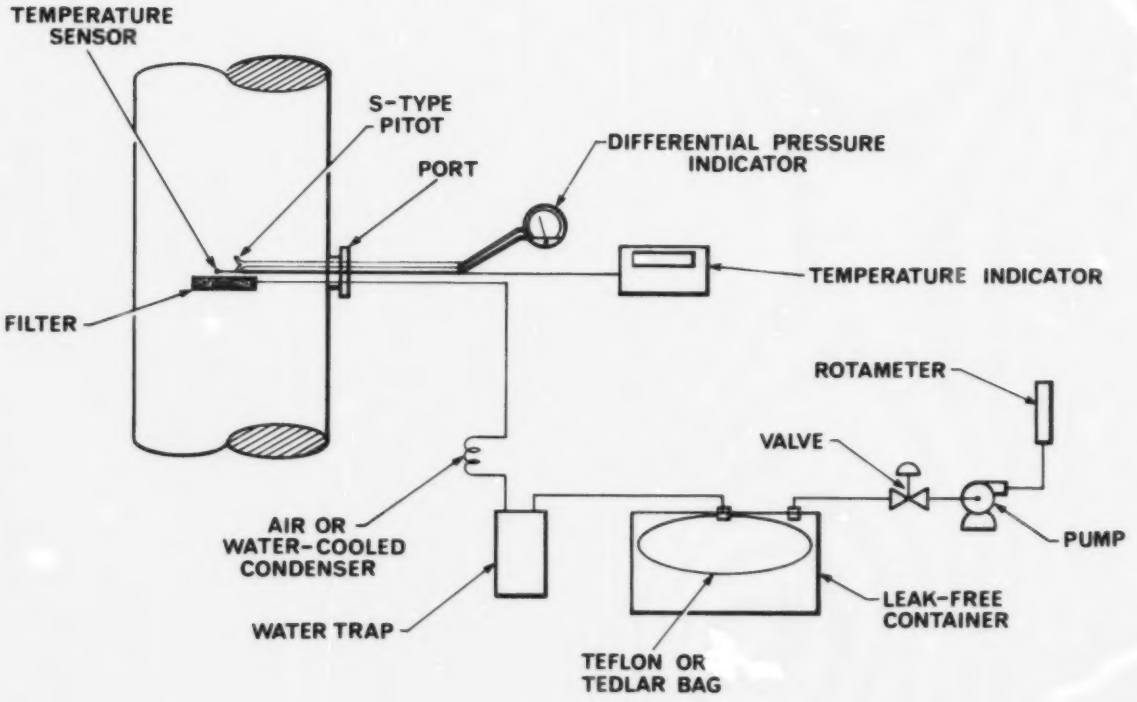


Figure 1 Integrated Bag Sampling System

Location	
Date	
Test No.	
Time of Test	
Operator	

Clock Time (Use 24 h)	Time (min)	Stack Gas Parameters			
		Velocity Pressure	Stack Gas Temperature	Stack Gas Velocity	Sampling Rate
	0				
	5				
	10				
	15				
	20				
	25				
	30				
	35				
	40				
	45				
	50				
	55				
	60				

Analysis of Sample

CO_{NDIR} =_____ ppm

CO_2* =_____ % K = Q/Us = _____

O_2 =_____ %

* Required where CO_2 absorber tube was used

Figure 2 Carbon Monoxide Field Data Sheet

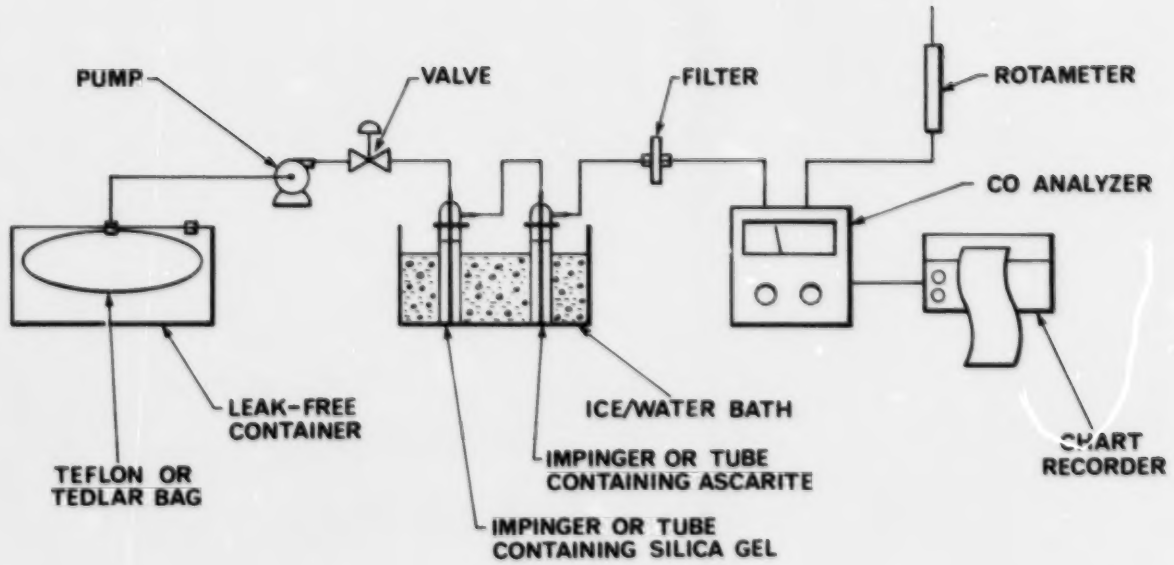


Figure 3 Analytical System (Bag Sampler)

the output from the analyzer is stable, adjust the analyzer span control to some convenient position on the chart recorder.

On some analyzers, the zero and span controls are interactive, and the zero and span calibration procedures may need to be repeated several times before the desired values are obtained.

Verify the linearity of the system by analyzing the intermediate carbon monoxide standards. Set the sample flow to that used to zero and span the analyzer. Prepare a calibration curve of carbon monoxide concentration versus instrument response and verify that the maximum deviation from linearity for any point is less than 2% full-scale.

Analysis: Connect the integrated gas sample bag to the Analytical System as shown in Figure 3 and turn on the pump, ensuring that the sample flow through the analyzer is set to the same rate as that used during the calibration procedure. Allow the analyzer output to stabilize and continue for another two minutes. Determine the carbon monoxide concentration from the previously prepared calibration curve and transfer this value to the carbon monoxide Field Data Sheet (Figure 2).

Determine the oxygen content of the bag sample so that the carbon monoxide concentration may be corrected as required. If a carbon dioxide absorber was used, the bag sample must also be analyzed for carbon dioxide. Use an Orsat analyzer, gas chromatograph, Fyrite absorbers or a portable oxygen/carbon dioxide analyzer to measure oxygen and carbon dioxide concentrations. The calibration of the carbon dioxide and oxygen device(s) must be verified with known gas concentrations.

Note: Air may be used to verify the calibration of the oxygen analyzer. Certified gas standards must be used for verification of the carbon dioxide analyzer.

Record the concentration(s) of oxygen/carbon dioxide on the Field Data Sheet (Figure 2).

Section 8

Calculations

8.1 Equations

If a carbon dioxide absorption tube was used, correct the carbon monoxide concentration using Equation 2.

Equation 2

$$CO_{stk} = CO_{NDIR}\left[1 - \frac{CO_2}{100\%}\right]$$

If a carbon dioxide absorption tube was not utilized, then use $CO_{stk} = CO_{NDIR}$.

Use Equation 3 to correct carbon monoxide concentration to the reference oxygen concentration specified in the pertinent Environment Canada regulation.

Equation 3

$$CO_{stk,\ O_2} = CO_{stk}\left[\frac{20.9 - O_{2\ ref}}{20.9 - O_2}\right]$$

8.2 Nomenclature

CO_{stk} = concentration of CO in the stack gas sample collected in the bag, corrected for carbon dioxide as required, ppm (v/v), dry basis

CO_{NDIR} = concentration of CO indicated by the NDIR CO analyzer, ppm (v/v), dry basis

$CO_{stk,\ O_2}$ = concentration of CO in the stack gas sample, corrected to a specified reference oxygen concentration, ppm (v/v), dry basis

O_2 = concentration of oxygen in the bag sample, % (v/v), dry basis

CO_2 = concentration of CO_2 in the bag sample, % (v/v), dry basis

O_{2ref} = reference concentration of O_2 to which CO concentration will be corrected, % (v/v), dry basis

Q = sampling rate, L/min

K = proportionality constant relating stack gas velocity to sampling rate

Us = stack gas velocity, m/s

Série de la Protection de l'environnement

Méthode de référence en vue d'essais aux sources: mesure des rejets de monoxyde de carbone de sources fixes

Méthode de référence SPE 1/RM/4
Juillet 1990

IMPRIMÉ AU CANADA

Canada

Environnement Canada | Environment Canada

SÉRIE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotation :

SPE 3 / HA / 1

- 1 — Numéro de rapport portant l'identification SPE 3/HA
- HA — Code de sujet
- 3 — Catégorie de rapport
- SPE — Série de la Protection de l'environnement

Catégories

1 Règlements/Lignes directrices/ Codes de pratiques
2 Évaluation des problèmes et options de contrôle
3 Recherche et développement technologique
4 Revues de la documentation
5 Inventaires, examens et enquêtes
6 Évaluations des impacts sociaux, économiques et environnementaux
7 Surveillance
8 Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9 Guides

Sujets

AG	Agriculture
AN	Technologie anaérobie
AP	Polluants atmosphériques
AT	Toxicité aquatique
CC	Produits chimiques commerciaux
CE	Consommateurs et environnement
CI	Industries chimiques
FA	Activités fédérales
FP	Traitement des aliments
HA	Déchets dangereux
IC	Chimie inorganique
MA	Pollution marine
MM	Exploitation minière et traitement des minéraux
NR	Régions du Nord et rurales
PF	Papier et fibres
PG	Production d'électricité
PN	Pétrole et gaz naturel
RA	Réfrigération et climatisation
RM	Méthodes de référence
SF	Traitements de surface
SP	Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM	Méthodes de référence normalisées
TS	Systèmes de transport
TX	Textiles
UP	Pollution urbaine
WP	Protection/préservation du bois

Des sujets et des codes additionnels sont introduits au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

Cette publication est imprimée sur du papier contenant des rebuts recyclés.

Méthode de référence en vue d'essais aux sources : mesure des rejets de monoxyde de carbone de sources fixes

par

Division de la mesure de la pollution
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada

Méthode de référence EPS 1/RM/4
Juillet 1990

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre:

Méthode de référence en vue d'essais aux sources : mesure des rejets de monoxyde de carbone de sources fixes

(Méthode de référence : EPS 1/RM/4)
Version rév. du rapport EPS 1-AP-73-1.
Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.
Titre de la p. de t. addit.: Reference method for source testing, measurement of releases of carbon monoxide from stationary sources.
ISBN 0-662-57693-4
N° de cat. MAS En49-24/1-4

1. Oxyde de carbone -- Mesure. 2. Pollution -- Mesure. I. Canada. Environnement Canada. II. Centre environmental de River Road. Division de la mesure de la pollution. III. Titre: Mesure des rejets de monoxyde de carbone de sources fixes. IV. Coll.: Rapport (Canada. Environnement Canada) ; EPS 1/RM/4.

TD885.5.C33R73 1990 363.72'8 C90-098680-8F

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
No de catalogue En 49-24/1-4
ISBN 0-662-57693-4
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

Commentaires

Pour obtenir des renseignements sur l'utilisation de la présente méthode de référence, s'adresser à :

Division de la mesure de la pollution
Centre de technologie environnementale de River Road
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Pour obtenir d'autres exemplaires du présent document, s'adresser à :

Publications de la Protection de l'environnement
Direction du développement technologique
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Avant-propos

La méthode de référence (RM) d'Environnement Canada décrite dans le présent document est utilisée pour mesurer les rejets de monoxyde de carbone de sources fixes. Cette méthode est utilisée conjointement avec celles décrites dans la méthode de référence EPS 1/RM/8, Méthode de référence normalisée en vue d'essais aux sources : mesure des émissions de particules provenant de sources fixes, *d'Environnement Canada. Vu la complexité des modes opératoires, les personnes chargées de l'exécution des analyses devraient avoir reçu une formation appropriée et posséder de l'expérience dans ce domaine.*

Pour les essais de conformité, il est nécessaire de suivre à la lettre toutes les étapes de la méthode. Toute modification de la méthode risque d'invalider les résultats obtenus. L'utilisation d'équipement, de réactifs, d'appareils, de modes opératoires ou de calculs différents de ceux précisés dans la méthode de référence doit être approuvée par écrit par Environnement Canada avant le début des essais. Environnement Canada déterminera dans chaque cas la validité des résultats obtenus avec des méthodes auxquelles des modifications auront été apportées sans approbation préalable.

REMARQUE : Le fait de mentionner des noms de commerce ou des produits commerciaux ne signifie pas qu'Environnement Canada en recommande l'utilisation.

La présente méthode de référence (EPS 1/RM/4) est une version révisée du rapport EPS 1-AP-73-1, Méthode de référence en vue d'essais aux sources : mesures des émissions de monoxyde de carbone provenant de sources fixes.

Table des matières

Avant-propos iv

Liste des figures vi

Liste des tableaux vi

Section 1
Domaine d'application 1

Section 2
Principe 2

Section 3
Spécifications de rendement 3

Section 4
Perturbations 4

Section 5
Appareillage 5

Section 6
Réactifs 6

Section 7
Modes opératoires 7
7.1 Prélèvement des échantillons 7
7.2 Analyse des échantillons 7

Section 8
Calculs 12
8.1 Équations 12
8.2 Définitions 12

Liste des figures

1 Dispositif de prélèvement d'échantillons intégrés à l'aide d'un sac 8

2 Fiche de données pour le monoxyde de carbone 9

3 Dispositif d'analyse (échantillon prélevé dans un sac) 10

Liste des tableaux

1 Spécifications minimales de rendement des analyseurs de monoxyde de carbone à infrarouge non dispersif 3

Section 1

Domaine d'application

La présente méthode de référence (RM) d'Environnement Canada est utilisée pour déterminer la concentration de monoxyde de carbone (CO) dans les courants gazeux confinés des sources fixes. Les modes opératoires de la méthode de référence d'Environnement Canada, *Méthode de référence en vue d'essais aux sources : mesure des émissions de particules provenant de sources fixes* (méthode EPS 1/RM/8), doivent être utilisés conjointement avec la méthode de mesure des rejets de monoxyde de carbone.

Section 2

Principe

On prélève proportionnellement un échantillon de gaz en un seul point de la cheminée ou du conduit. On élimine la vapeur d'eau et les particules, puis on recueille le gaz dans un sac; cet échantillon, qui constitue un échantillon intégré sur le temps, est analysé à l'aide d'un analyseur à infrarouge non dispersif.

Section 3

Spécifications de rendement

Le tableau 1 renferme les spécifications minimales de rendement des analyseurs de monoxyde de carbone.

Tableau 1 Spécifications minimales de rendement des analyseurs de monoxyde de carbone à infrarouge non dispersif

Intervalle	0-1 000 ppm
Sensibilité	< 20 ppm
Temps de descente/montée (90 %)	<30 secondes
Dérive du zéro	<10 % P.É. en 8 h
Dérive de l'intervalle d'analyse	<10 % P.É. en 8 h
Bruit	<1 % P.É.
Précision	<2 % P.É.
Écart par rapport à la linéarité	<2 % P.É.
Rapport perturbation:réponse*	CO_2 >10 000:1
	H_2O >10 000:1

* Avec les analyseurs dont le rapport perburbation : réponse pour le monoxyde de carbone est inférieur à 10 000:1, utiliser un tube contenant de l'ascarite, comme celui décrit à la section 5, pour éliminer le CO_2.

P.É. = pleine échelle

Section 4

Perturbations

Les particules, la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO_2) et les hydrocarbures peuvent perturber la mesure du monoxyde de carbone. Les particules, qui dispersent le faisceau infrarouge dans la cuve échantillon et contaminent le sac et l'optique de l'analyseur, sont éliminées à l'aide de filtres appropriés. On réduit la perturbation causée par la vapeur d'eau à un niveau acceptable en séchant l'échantillon à l'aide d'un réfrigérant et de gel de silice. On diminue celle produite par le dioxyde de carbone en utilisant un analyseur possédant un rapport perturbation: réponse élevé pour le dioxyde de carbone. On peut réduire au minimum les effets des hydrocarbures en utilisant une combinaison de filtres optiques et de filtres à gaz qui, en général, sont fournis par le fabricant de l'appareil.

Section 5

Appareillage

Les appareils suivants sont nécessaires :

Sonde : sonde d'échantillonnage constituée d'un tube en acier inoxydable de 6 - 10 mm (1/4 ou 3/8 po) de diamètre, muni d'un filtre en acier inoxydable fritté ou d'un tampon de laine de verre, pour éviter que les particules ne pénètrent dans la sonde.

Tube de Pitot et manomètre : tube de Pitot de type S, étalonné, ou dispositif équivalent, pour contrôler la pression due à la vitesse des gaz de cheminée pendant l'échantillonnage proportionnel. Le tube de Pitot est relié à un manomètre à tube incliné, ou à un manomètre équivalent, permettant de mesurer la pression à 0,13 mm (0,005 po) d'eau près.

Réfrigérant : réfrigérant à air ou à eau, ou appareil équivalent, pour éliminer l'humidité contenue dans l'échantillon de gaz.

Valve : valve pour régler le débit de l'échantillon.

Débitmètre : rotamètre, ou débitmètre équivalent, pouvant mesurer le débit jusqu'à une valeur maximale de 2 L/min avec une précision de 2 %.

Pompe : pompe à diaphragme, étanche, pouvant assurer un débit minimal de 1 L/min.

Sac d'échantillonnage : sac en Teflon ou en Tedlar, d'une capacité de 60 - 90 L, destiné à recevoir l'échantillon intégré de gaz.

Indicateur de température : dispositif thermométrique permettant de mesurer la température des gaz de cheminée avec une précision correspondant à 1,5 % la température dans la cheminée (K). L'indicateur de température est fixé au tube de Pitot; on peut ainsi déterminer la température des gaz de cheminée pendant l'échantillonnage proportionnel.

Tube d'élimination du dioxyde de carbone : contenant étanche muni des joints appropriés, pouvant contenir au moins 500 g d'ascarite, destiné à débarrasser l'échantillon de gaz du dioxyde de carbone qu'il contient. Utiliser ce tube lorsque l'analyseur possède un rapport perturbation:réponse pour le dioxyde de carbone inférieur à 10 000:1.

Filtre : filtre pouvant piéger les particules de plus de 3 µm (micromètres) de diamètre tout en permettant un débit minimal de 1 L/min, pour protéger l'analyseur.

Enregistreur : enregistreur papier, compatible avec la sortie de l'analyseur de monoxyde de carbone, permettant d'obtenir un enregistrement permanent des concentrations de gaz mesurées.

Manomètre : manomètre, ou dispositif équivalent, pouvant mesurer une pression de 20 cm d'eau, pour vérifier l'étanchéité du sac d'échantillonnage.

Section 6

Réactifs

Les substances suivantes sont nécessaires :

Ascarite : 8 - 30 mailles, pour éliminer le dioxyde de carbone contenu dans l'échantillon de gaz. Il faut utiliser ce produit lorsque l'analyseur possède un rapport perturbation:réponse pour le dioxyde de carbone inférieur à 10 000:1.

Gaz d'étalonnage : mélange de monoxyde de carbone et d'azote dans une bouteille sous pression, dont la concentration correspond à environ 90 % de la déflexion pleine échelle de l'analyseur. Il faut aussi d'autres mélanges gazeux dont la concentration de CO correspond à 25 % et 50 % de la déflexion pleine échelle, pour vérifier la linéarité de l'analyseur. La teneur en monoxyde de carbone de ces gaz doit être garantie par le fournisseur.

Gaz zéro : azote contenant moins de 0,1 mg/m^3 de monoxyde de carbone, contenu dans une bouteille sous pression, pour régler le zéro de l'analyseur.

Gel de silice : 6 - 16 mailles, type indicateur, séché à 175 °C pendant deux heures, pour débarrasser l'échantillon de gaz de la vapeur d'eau qu'il contient.

Section 7

Modes opératoires

7.1 Prélèvement des échantillons

Monter le dispositif de prélèvement d'échantillons intégrés dans un sac (voir figure 1), mais sans relier le sac au reste du dispositif. S'assurer que tous les raccords sont bien serrés et étanches. Placer la sonde dans le courant gazeux, mettre la pompe en marche et régler la valve de régulation du débit de façon à obtenir un débit d'environ 1 L/min. Purger le dispositif pendant 5 minutes, puis arrêter la pompe.

Avant d'utiliser le sac, en vérifier l'étanchéité en le fixant au manomètre à eau, puis en augmentant la pression à 10 cm de H_2O. Attendre 10 minutes. Remplacer ou réparer le sac si le manomètre indique une chute de pression pendant cette période. Une fois la vérification faite, vider le sac et le relier au dispositif d'échantillonnage (voir figure 1).

Déterminer la vitesse des gaz de cheminée au point d'échantillonnage à l'aide des modes opératoires de la méthode B (Détermination de la vitesse et du débit volumétrique du gaz de la cheminée) de la méthode de référence d'Environnement Canada, *Méthode de référence en vue d'essais aux sources : mesure des émissions de particules provenant de sources fixes* (méthode EPS 1/RM/8). Entreprendre les prélèvements avec un débit initial d'environ 1 L/min. Déterminer le débit réel de prélèvement (Q) et la vitesse des gaz de cheminée (Us) et calculer la valeur de la constante K dans l'équation 1.

Équation 1

$$Q = K (Us)$$

À toutes les cinq minutes au cours de l'essai, déterminer la vitesse des gaz de cheminée. Substituer cette vitesse dans l'équation 1 et, en utilisant la constante K déterminée ci-dessus, calculer le débit de l'échantillon proportionnel. Régler le prélèvement à ce débit. À toutes les cinq minutes, noter les paramètres indiqués sur la Fiche de données pour le monoxyde de carbone (figure 2).

Poursuivre le prélèvement pendant au moins 30 minutes ou jusqu'à ce que le sac soit plein. Pour la plupart des sources, la durée de prélèvement recommandée est de 60 à 90 minutes. Lorsque le prélèvement est terminé, fermer hermétiquement le sac et déterminer la teneur en monoxyde de carbone dans les deux heures qui suivent.

7.2 Analyse des échantillons

Monter le dispositif d'analyse (voir figure 3). Suivre les instructions du fabricant relatives à l'analyseur et prévoir un temps de réchauffement suffisant.

Système d'étalonnage : Purger un sac d'échantillonnage vide en le remplissant partiellement avec de l'air zéro provenant d'une bouteille sous pression, puis le vider. Le remplir partiellement de nouveau et le relier au dispositif d'analyse (voir figure 3). Mettre la pompe en marche et régler le débit d'échantillonnage de l'analyseur pour qu'il corresponde à l'intervalle recommandé par le fabricant (en général, 1 L/min). Lorsque le signal de sortie s'est stabilisé, régler le zéro de l'analyseur de façon à obtenir une position appropriée sur l'enregistreur papier (normalement 0% P.É.).

Purger un autre sac d'échantillonnage en le remplissant partiellement avec le gaz

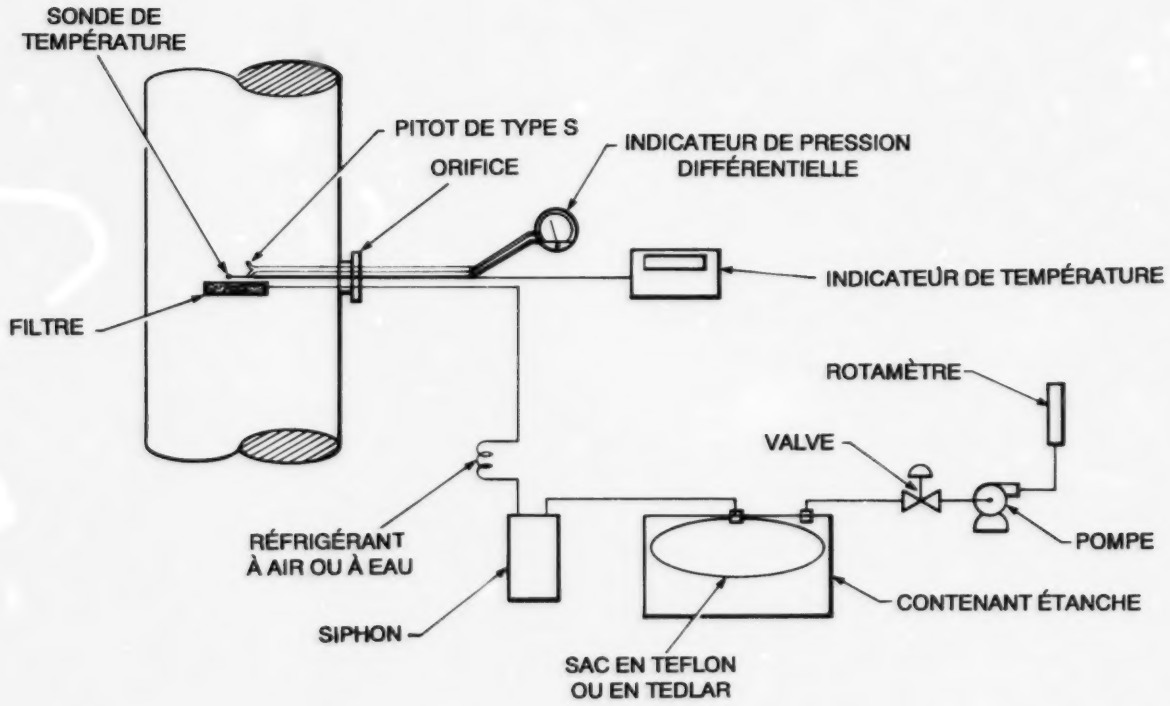


Figure 1 Dispositif de prélèvement d'échantillons intégrés à l'aide d'un sac

Endroit :	
Date :	
Essai n^{o} :	
Heure :	
Effectué par :	

Temps (Utiliser 24 h)	Temps (min)	Paramètres des gaz de cheminée			
		Pression due à la vitesse	Temp. des gaz de chem.	Vitesse des gaz de chem.	Débit de pré.
	0				
	5				
	10				
	15				
	20				
	25				
	30				
	35				
	40				
	45				
	50				
	55				
	60				

Composition de l'échantillon

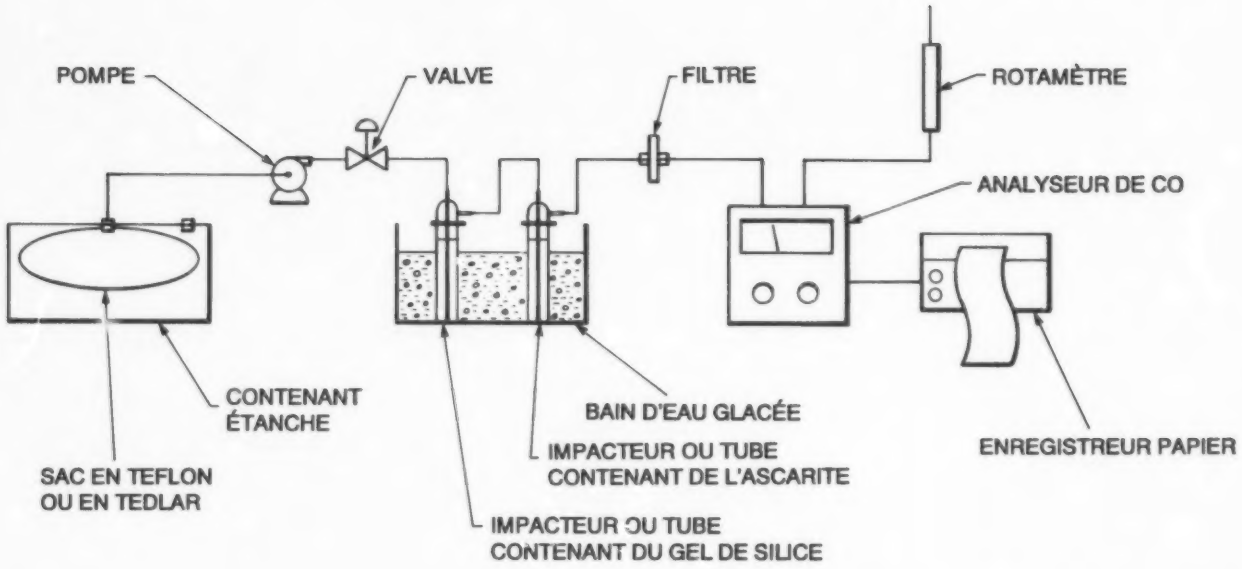
CO_{NDIR} =_____ ppm

CO_2* =_____ % K = Q/Us =_____

O_2 =_____ %

* Nécessaire lorsqu'un tube d'absorption de CO_2 a été utilisé

Figure 2 Fiche de données pour le monoxyde de carbone



•voir section 5 pour utilisation

Figure 3 Dispositif d'analyse (échantillon prélevé dans un sac)

d'étalonnage, provenant d'une bouteille sous pression, qui provoquera sur l'analyseur une déflexion à 90 % P.É., puis vider le sac. Le remplir partiellement de nouveau et le relier au système d'analyse (voir figure 3). Régler le débit d'échantillonnage au débit utilisé pour ajuster le zéro. Lorsque le signal de sortie de l'analyseur s'est stabilisé, régler l'intervalle d'analyse de façon à obtenir une position appropriée sur l'enregistreur.

Sur certains analyseurs, les commandes du zéro et de l'intervalle d'analyse sont interactives; il peut alors être nécessaire de régler plusieurs fois le zéro et l'intervalle d'analyse avant d'obtenir les valeurs désirées.

Vérifier la linéarité de la réponse en analysant les étalons dont la concentration de monoxyde de carbone est intermédiaire. Régler le débit d'échantillonnage au débit utilisé pour ajuster le zéro et l'intervalle d'analyse. Préparer une courbe d'étalonnage en traçant la concentration de monoxyde de carbone en fonction de la réponse de l'analyseur; s'assurer que l'écart maximum par rapport à la linéarité est, en tout point de la courbe, inférieur à 2 % de la déflexion P.É.

Analyse : Relier au dispositif d'analyse le sac servant au prélèvement d'échantillons intégrés de gaz (voir figure 3) et mettre la pompe en marche en s'assurant que le débit dans l'analyseur est le même que le débit lors de l'étalonnage. Laisser le signal de sortie de l'analyseur se stabiliser, puis poursuivre l'analyse pendant encore deux minutes. Déterminer la concentration de monoxyde de carbone à partir de la courbe d'étalonnage préparée ci-dessus et inscrire cette valeur sur la Fiche de données pour le monoxyde de carbone (figure 2).

Déterminer la teneur en oxygène de l'échantillon prélevé dans le sac pour être en mesure de corriger la concentration de monoxyde de carbone si nécessaire. Si on a utilisé un tube d'absorption du dioxyde de carbone, on doit également déterminer la teneur en dioxyde de carbone de l'échantillon. Pour mesurer les concentrations d'oxygène et de dioxyde de carbone, utiliser un appareil d'Orsat, un chromatographe en phase gazeuse, des absorbants Fyrite ou un analyseur portatif d'oxygène et d'oxyde de carbone. L'étalonnage des dispositifs d'analyse du dioxyde de carbone et d'oxygène doit être vérifié avec des mélanges gazeux de concentrations connues.

Remarque : On peut utiliser de l'air pour vérifier l'étalonnage de l'analyseur d'oxygène. On doit utiliser des étalons gazeux certifiés pour vérifier l'analyseur de dioxyde de carbone.

Noter les concentrations d'oxygène et de dioxyde de carbone sur la Fiche de données (figure 2).

Section 8

Calculs

8.1 Équations

Si on a utilisé un tube d'absorption du dioxyde de carbone, corriger la concentration de monoxyde de carbone à l'aide de l'équation 2.

Équation 2

$$CO_{che} = CO_{NDIR}\left[1 - \frac{CO_2}{100\ \%}\right]$$

Si aucun tube d'absorption du dioxyde de carbone n'a été utilisé, alors utiliser $CO_{che} = CO_{NDIR}$.

Utiliser l'équation 3 pour ramener la concentration de monoxyde de carbone à une concentration d'oxygène de référence précisée dans le règlement approprié d'Environnement Canada.

Équation 3

$$CO_{che,O_2} = CO_{che}\left[\frac{20{,}9 - O_{2réf}}{20{,}9 - O_2}\right] \qquad \textbf{Équation 3}$$

8.2 Définitions

CO_{che} = concentration du CO sec dans l'échantillon de gaz de cheminée prélevé dans le sac, corrigée au besoin pour tenir compte du dioxyde de carbone, en ppm (v/v)

CO_{NDIR} = concentration du CO sec donnée par l'analyseur à infrarouge non dispersif, en ppm (v/v)

CO_{che},O_2 = concentration du CO sec dans l'échantillon de gaz de cheminée, ramenée à une concentration d'oxygène de référence, en ppm (v/v)

O_2 = concentration de l'oxygène sec dans l'échantillon prélevé dans le sac, en % (v/v)

CO_2 = concentration du CO_2 sec dans l'échantillon prélevé dans le sac, en % (v/v)

$O_{2réf}$ = concentration du O_2 de référence sec à laquelle sera ramenée la concentration du CO, en % (v/v)

Q = débit d'échantillonnage, en L/min

K = constante de proportionnalité reliant la vitesse des gaz de cheminée au débit d'échantillonnage

Us = vitesse des gaz de cheminée, en m/s